

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАГОНОПОТОКІВ

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОК

<i>3.1.1. Развитие теории и практики организации вагонопотоков на отечественных железных дорогах</i>	3
<i>3.1.2. Опыт зарубежных стран в вопросах совершенствования организации грузоперевозок</i>	5
<i>3.1.3. Груза- и вагонопотоки. Единая сетевая разметка</i>	7
<i>3.1.4. План формирования поездов. Способы организации вагонопотоков</i>	10
<i>3.1.5. Применение средств вычислительной техники для решения задач по организации и управлению вагонопотоками</i>	13
<i>3.1.6. Процесс накопления вагонов. Экономия от проследования технических станций без переработки</i>	14
<i>3.1.7. Методы расчета плана формирования поездов</i>	18
<i>3.1.8. Автоматизированная система расчета плана формирования поездов</i>	23
<i>3.1.9. Групповые поезда</i>	27
<i>3.1.10. Контроль выполнения плана формирования</i>	27
<i>3.1.11. Перспективы развития системы организации вагонопотоков</i> ...	29

3.1. Организация вагонопотоков

3.1.1. Развитие теории и практики организации вагонопотоков на отечественных железных дорогах

В эксплуатации железных дорог центральное место занимают проблема организации вагонопотоков в поезда и ее конкретное выражение — план формирования поездов. Организация вагонопотоков в поезда должна устанавливать рациональную систему формирования поездов с учетом наиболее экономичных путей следования вагонов и маршрутов. Она основана на взаимоувязанном формировании поездов всех категорий на сортировочных, участковых и грузовых станциях и должна обеспечивать надежность станций работы по пропуску и переработке как поездопотоков, так и вагонопотоков.

Оптимальная организация вагонопотоков позволяет ускорить оборот вагонов и увеличить погрузочные ресурсы сети дорог.

Правильно составленный план формирования поездов дает возможность рационально маршрутизировать перевозки, что позволяет сократить суммарный простой вагонов под накоплением и на станциях переработки, уменьшить плату за использование вагонов, принадлежащих странам СНГ, в срок доставить грузы, принятые железной дорогой к перевозке.

Разработка теоретических и практических вопросов организации вагонопотоков способствует правильному размещению и развитию основных сортировочных станций сети, что связано с многомиллиардными капиталовложениями и серьезными социальными проблемами железных дорог и обслуживаемых ими регионов.

Сложность проблемы определяется ее связью с другими не менее важными задачами эксплуатации железных дорог, неравномерностью перевозок, совершенствованием технической вооруженности железнодорожной сети и коренным реформированием системы управления перевозками. Разнообразие факторов, от которых зависит организация вагонопотоков, и взаимозависимость плана формирования поездов на различных станциях приводят к огромному числу возможных вариантов, что требует теоретически обоснованной и практически доступной методологии разработки плана формирования поездов в рамках действующих информационных систем.

Уже начиная с 1861 г., когда перевозки стали осуществляться железнодорожным транспортом, были разработаны определенные правила движения для каждой железной дороги, но в основном они не имели общей системы, были разрозненными. Составы формировались только с учетом общего направления следования. График движения разрабатывался для каждого участка пути отдельно.

В 1901 г. талантливый русский ученый А. Н. Фролов теоретически обосновал целесообразность формирования прямых товарных поездов определенных назначений без переработки на попутных технических станциях. Им впервые была установлена зависимость между простоем под накоплением и числом назначений поездов. В то же время возник вопрос о применении маршрутизации с мест погрузки. В 1918г. отправительские маршруты по перевозке хлеба из

Царицына в Москву, следовавшие до станции назначения без смены паровоза, показали высокую эффективность маршрутизации. В этот период были опубликованы работы И. И. Васильева, А. Н. Фролова, В. Н. Образцова, В. А. Соковича, Б. Д. Воскресенского, П. Я. Гордеенко, в которых большое внимание уделялось вопросам графика движения, маневровой работы, пропускной способности, планированию и регулированию перевозок, а также специализации и маршрутизации перевозок.

С 1925 г. активно началась разработка новых методов организации вагонопотоков. И. И. Васильевым была разработана методика расчета по определению выгоды специализации поездов по назначениям в соответствии с грузовыми потоками, предусматривающая сопоставление затрат вагоночасов (ваг.-ч) на станциях формирования с экономией вагоночасов, получаемой при проследовании вагонов без переработки через попутные технические станции. Этот принцип применялся до недавнего времени.

Календарное планирование погрузки было впервые применено в 1931 г. и служило образованию полносоставных отправительских маршрутов без потери времени на накопление. Календарное планирование являлось первым разделом плана формирования поездов. Вторым разделом было формирование технических маршрутов и прямых поездов на сортировочных станциях из вагонов, загруженных вне календарного плана погрузки.

Дальнейшие реформы были проведены в 1935—1936 гг. Основной из них стала реформа, благодаря которой схемы специализации поездов были заменены единым для сети железных дорог планом формирования поездов, обеспечивающим рациональную организацию вагонопотоков. Тогда же было осуществлено изменение системы эксплуатации локомотивов с установлением жестких норм их оборота, на станциях были разработаны технологические провесы, основанные на широком применении передовых методов труда. Были ликвидированы обменные пункты между дорогами и введен общесетевой график движения поездов.

Одновременно появилось много теоретических разработок в области организации вагонопотоков. Именно в это время снова стали широко применяться кольцевые маршруты, состоявшие в основном из полувагонов, предназначенных для перевозки угля, руды и других массовых навалочных грузов.

Основным критерием оценки плана формирования поездов стали затраты на организацию вагонопотоков, выражавшиеся приведенными вагоночасами. Их рассчитывали при помощи параметра накопления и общей приведенной экономии на один вагон при пропуске вагонопотока без переработки на попутных технических станциях.

В годы Великой Отечественной войны перевозки осуществлялись исходя из нужд фронта. В системе организации вагонопотоков преобладали прямые поезда, следовавшие иногда на огромные расстояния. Возникла необходимость сгущения или разрежения перевозок по времени и направлениям и других мер, целью которых служило бесперебойное снабжение фронта необходимыми грузами, а также осуществление связи фронтов друг с другом и с тылом. Но даже в это сложное время было создано много передовых методов и приемов ускоре-

ния оборота подвижного состава. Отправительская маршрутизация получила еще большее развитие. В 1944 г. план маршрутизации перевозок с мест погрузки стал важной частью общесетевого плана формирования.

С 1958 г. начинается применение ЭВМ для решения таких задач, как планирование перевозок, составление схем нормальных направлений грузовых потоков, техническое нормирование эксплуатационной работы, расчет плана формирования грузовых поездов и его оптимизация, тяговые расчеты; составление графиков движения поездов, оборота локомотивов; автоматизация планирования работы крупных сортировочных станций; оперативное планирование поездной и грузовой работы; ряд инженерных расчетов, например, по определению пропускной способности, оптимальных весовых норм поездов, и др.

План формирования стал единым технологическим процессом работы всех станций сети и планом распределения сортировочной работы между ними. Он представляет собой единую систему организации вагонопотоков, связывает грузопотоки с графиком движения поездов, определяет число и назначение поездов, включаемых в график.

3.1.2. Опыт зарубежных стран в вопросах совершенствования организации грузоперевозок

Железные дороги зарубежных стран значительно отличаются от отечественных как по характеристикам сети, так и по показателям работы. В вопросах организации вагонопотоков сказываются разница в размерах территорий государств, развитость транспортной сети и, естественно, экономическая ситуация.

В условиях достаточно жестокой конкурентной борьбы со стороны других видов транспорта и внутриотраслевой на первое место выдвигается принцип ориентации на интересы клиентуры. Речь идет о полном комплексе операций — от первого контакта с клиентом, желающим осуществить перевозку, до перепроверки правильности расчетов за выполненную перевозку.

Анализ трудовых процессов в области грузовых перевозок показал, что все они сводятся к пяти главным: создание условий для предоставления услуг, продажа услуг, планирование выполнения договора с клиентом, выполнение этого договора и расчеты за предоставленные услуги.

Создание условий для предоставления услуг подразумевает наличие развитой транспортной инфраструктуры для организации перевозок грузов; необходимого количества и качества подвижного состава; развитой информационной системы, обеспечивающей планирование, осуществление перевозок, контроль за их ходом и оперативное управление, проведение взаиморасчетов, а также наличие компаний, взаимодействуя с которыми грузовладельцы могут осуществить перевозки на необходимом качественном уровне.

Организация внутригосударственных перевозок существенно отличается от организации перевозок экспортно-импортных грузов с участием, как правило, нескольких видов транспорта и по территориям нескольких государств.

В первом случае транспортные компании либо специализируются на перевозке конкретных грузов, либо свою организационную структуру создают адекватной потребностям задачам.

Для достижения необходимого качества перевозок в межгосударственном сообщении на базе государственных железных дорог создаются разнообразные фирмы, которые специализируются на перевозке определенных грузов в определенных направлениях либо служат для решения комплекса вопросов на стыковых пунктах соседних стран, а также для организации мультимодальных (прямых смешанных, то есть с участием других видов транспорта) перевозок.

Для реализации необходимых качественных показателей перевозок компании идут по пути создания специальных логистических структур.

В конечном итоге деятельностью компаний по организации перевозок грузов являются определенные технологии, реализующие необходимые требования качества, предъявляемые клиентурой. Необходимость сохранения своих позиций в условиях конкуренции и привлечения новых грузопотоков и пассажиров вынуждает железные дороги развитых стран постоянно заботиться об улучшении транспортного обслуживания, ускорении доставки грузов, обеспечении их сохранности. Много внимания уделяется снижению затрат за счет совершенствования системы организации перевозок.

В организации и технологии перевозочного процесса на железных дорогах зарубежных стран выделяются следующие особенности, позволяющие обеспечить их финансовое благополучие:

- 1) дифференцирование грузовых перевозок по режимам доставки грузов (обычный, ускоренный и срочный), а также по периодам обращения поездов (дневные, ночные, временные, постоянные) с реализацией принципа «точно в срок» (*Just in time*);
- 2) выделение в графике движения ядра грузовых поездов;
- 3) ввод поездов постоянного обращения (в том числе строго по графику);
- 4) выполнение всего процесса доставки грузов «от двери до двери» одной компанией с расширением доли перевозок грузов в контейнерах, контейнерах и роудрейлерах;
- 5) высокая специализация подвижного состава;
- 6) развитие отправительской маршрутизации;
- 7) повышение статической нагрузки вагона и массы грузовых поездов;
- 8) рациональная подборка групп вагонов на станции зарождения потока для сокращения сортировочной работы на попутных технических станциях и станциях назначения;
- 9) широкое использование ЭВМ для разработки графика движения грузовых поездов, прогнозирования поездной ситуации, контроля за продвижением грузов;
- 10) специализация железнодорожных направлений на линии сетевого, областного и местного значения;

- 11) укрупнение дорог и совмещение их с экономическими регионами;
- 12) создание на дорогах специальных маркетинговых структур, которые необходимы для повышения доходов и снижения расходов и служат реальным гарантом выживания железных дорог в условиях конкуренции.

Большое внимание уделяется также совершенствованию структуры управления железными дорогами.

3.1.3. Груза- и вагонопотоки. Единая сетевая разметка

Грузопотоком называют число тонн грузов, отправленных станцией в каком-либо направлении за определенное время (сутки, месяц, год). Под суммарным грузопотоком железнодорожной линии (участка) понимают число тонн грузов, перевозимых по этой линии (участку) в одном направлении за определенный промежуток времени, обычно за год. Изменение объема перевозок в течение года учитывают *коэффициентом сезонной неравномерности*, т. е. отношением максимального объема перевозок за месяц к среднемесячному его размеру. Грузопотоки планируют по родам грузов в соответствии с номенклатурой.

Вагонопотоком называют число вагонов, следующих по линии в каком-либо направлении за определенный промежуток времени, обычно за сутки. Среднесуточное число вагонов, скапливающихся на одной определенной станции или одном участке назначением на другую определенную станцию или участок, принято называть *струей вагонопотока*. Это же понятие обычно связывают с числом вагонов, включаемых в назначение плана формирования поездов. Число вагонов в каждой струе вагонопотока зависит от рода перевозимого груза, его количества, грузоподъемности вагонов и ее использования.

Суточное число физических вагонов для каждого рода грузов

$$U = \frac{1000c_m P_{год}}{365(k_4 \alpha_4 \rho_4 + k_8 \alpha_8 \rho_8)},$$

где c_m — коэффициент сезонной неравномерности; $P_{год}$ — годовое отправление грузов данного рода, тыс. т; k_4, k_8 — доля соответственно четырех- и восьмиосных вагонов в общем числе физических вагонов при перевозке данного рода груза; ρ_4, ρ_8 — грузоподъемность четырех- и восьмиосных вагонов, т; α_4, α_8 — коэффициенты использования грузоподъемности четырех- и восьмиосных вагонов для данного рода груза; 1000 — переводной коэффициент из тысяч тонн в тонны.

В эксплуатационных расчетах вагонопотоки определяют среднесуточным числом вагонов со всеми родами грузов. Однако для решения частных задач, например отправительской маршрутизации, установления вместимости погрузочно-разгрузочных фронтов и др., может потребоваться определение вагонопотоков отдельных родов груза.

Зная груженные вагонопотоки, устанавливают порожние. Для этого на каждой станции и каждом участке определяют баланс порожних вагонов (избыток возникает, когда выгрузка превышает погрузку, а недостаток — когда по-

грузка преобладает над выгрузкой) и устанавливают схему направления каждого рода вагонов из районов с их избытком в районы с недостатком (регулирующее задание).

Плановые грузенные и порожние вагонопотоки требуются для определения расчетных размеров движения, на основе которых рассчитывают необходимую пропускную и перерабатывающую способность железнодорожных устройств, строят графики движения и др. Результаты расчетов грузенных вагонопотоков представляют в табличной форме (табл. 11) и, кроме того, изображают в виде диаграмм (рис. 15) или ступенчатых графиков (рис. 16).

На диаграмме (см. рис. 15) каждый вагонопоток обозначен разными штриховыми линиями, что позволяет проследить путь его следования до погашения. Размеры вагонопотока указывают цифрами в начале и в конце участка. Разность их показывает, какое число вагонов погашается на участке. Например, со станции *Б* в четном направлении отправляется 1225 вагонов, прибывает на станцию *В* 1240 вагонов. На участке зарождается в этом направлении 65 вагонов. Чтобы определить выгрузку на участке, из общего числа прибывающих на станцию *В* вагонов (1240) надо вычесть число вагонов, погруженных на участке (65), и полученную разность вычесть из числа вагонов, отправленных со станции *Б* (1225). Результат — число вагонов, выгруженных на участке (50).

Т а б л и ц а 11

Грузенные вагонопотоки на линии А – Г						
Со станций и участка	На станции и участке					Всего
	А	Б	Б – В	В	Г	
А		25	45	30	1100	1200
Б	20		5	-	45	70
Б – В	25	-		-	65	90
В	15	-	-		40	55
Г	730	30	35	5		800
Всего	790	55	85	35	1250	2215

Под прямоугольниками, обозначающими технические станции *Б* и *В*, показаны размеры местной работы, прибытия (выгрузки) и отправления (погрузки) вагонов. Стрелками показано направление движения, а цифрами над ними — число порожних вагонов.

Ступенчатый график вагонопотоков (см. рис. 16) строят по направлениям движения. Под схемой линии для каждого пункта назначения вычерчивают горизонтальную полосу такой ширины, чтобы на ней можно было показать размер вагонопотока. У вертикальных линий, соответствующих станциям отправления, показывают число вагонов, следующих до конца данной полосы. Вагоны назначением на участок включают в поток предшествующей ему участковой станции. Например, в назначении со станции *А* на станцию *Б* указано 70 вагонов, из них до станции *Б* следует 25 вагонов и на участок *Б–В* — 45 вагонов. Вагоны, поступающие с участка, добавляют к потоку, отправляемому с конечной участковой станции данного участка. Так, со станции *Б* на станцию *В* пока-

зан поток из 45 вагонов, из них 20 со станции и 25 с участка *Б—В*.

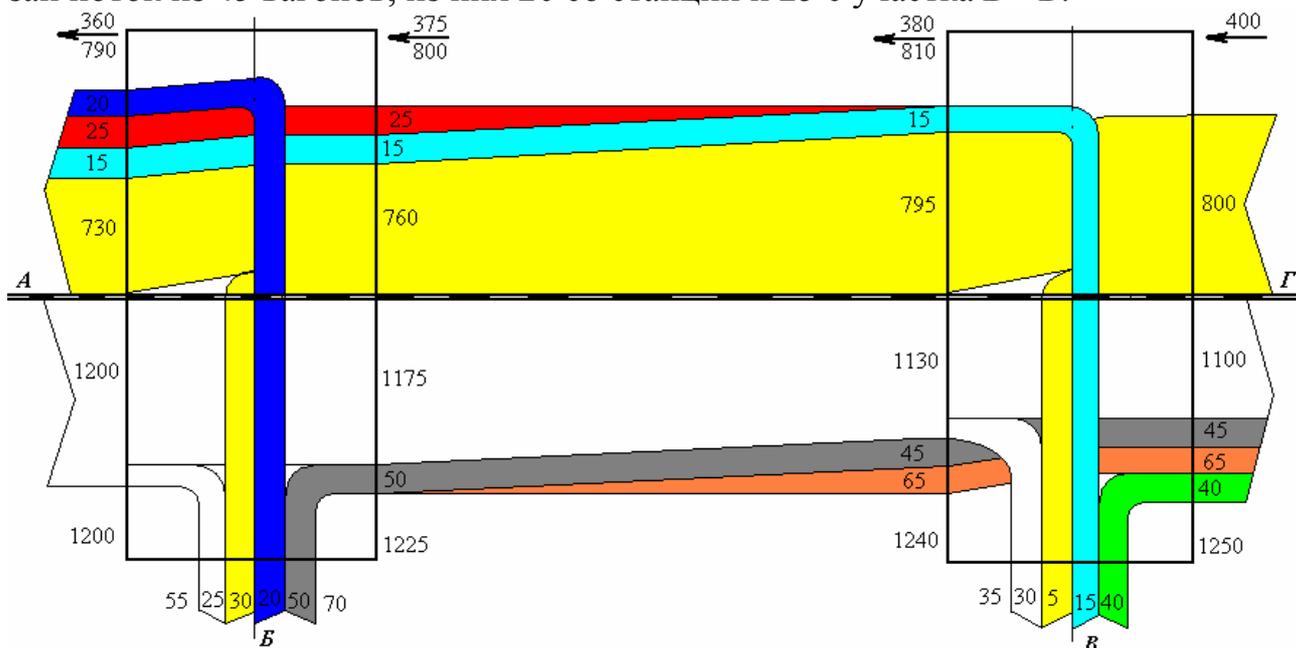


Рис. 15. Диаграмма вагонопотоков

Внедряемая на сети железных дорог автоматизированная система по расчету плана формирования поездов позволяет по-новому подойти к отображению корреспондируемых вагонопотоков. Для примера на рис. 17 показана диаграмма грузеных вагонопотоков на полигоне Куйбышевской железной дороги. Пропорционально объему в правой части участков графически показан нечетный вагонопоток, в левой — четный. Работники службы перевозок имеют возможность на ПЭВМ получать различные справки, конкретизирующие вагоно-корреспонденции. На рис. 18 для примера показана экранная форма справки о среднесуточной погрузке станции.

Рассчитанные вагонопотоки — величины средние, и правильно их использовать можно лишь в том случае, если учесть их колебания. Такие причины, вызывающие колебания вагонопотоков, как несоблюдение ритма отправления поездов по количеству или по времени, можно назвать *техническими*. В основном они вызывают суточную неравномерность, которую необходимо учитывать в расчетах пропускной способности при составлении графика движения поездов, определении потребного парка локомотивов и др.

Причины неравномерности, являющейся следствием особенностей режима работы предприятий, графика движения пассажирских и пригородных поездов, называются *организационными*. Они вызывают увеличение объема работы в отдельные периоды суток, а также его внутринедельную неравномерность, которая влияет на качество использования подвижного состава, перегонных и станционных постоянных устройств, погрузочно-разгрузочных механизмов и рабочей силы. Изучив причины коле-

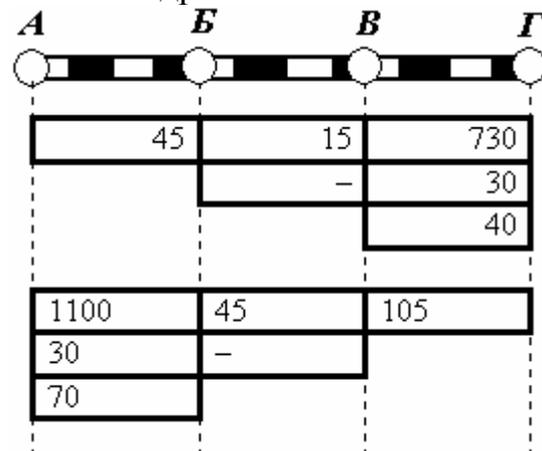


Рис. 16. Ступенчатый график вагонопотоков

баний объемов работы и приняв меры по сглаживанию неравномерности, можно существенно улучшить использование пропускной способности линий и перевозочных средств. К организационно-техническим мероприятиям по снижению суточной и внутрисуточной неравномерности вагонопотоков относятся:

круглосуточный режим выполнения транспортно-экспедиционных операций на подъездных путях предприятий и в грузовых районах станций при непрерывной рабочей неделе; прокладка грузовых поездов на графике движения с максимально возможной равномерностью; ритмичные по периодам суток подвоз и передача поездов и вагонов по стыковым пунктам районов управления.

Организация вагонопотоков призвана правильно распределять сортировочную работу между станциями, обеспечивать своевременную доставку грузов, сокращать общие затраты вагоночасов под накоплением и переработкой, снижать себестоимость перевозок. Вагонопотоки до пункта назначения, как правило, пропускают по кратчайшему направлению, однако технико-экономические расчеты могут показать, что более целесообразно направлять вагонопотоки по параллельным линиям с лучшим техническим оснащением (двухпутным, с электротягой и т.д.), хотя и большего протяжения.

Окончательный порядок следования вагонов на период действия плана формирования поездов устанавливается:

для межгосударственных назначений — Дирекцией Совета по железнодорожному транспорту государств СНГ и утверждается ее председателем;

для внутригосударственных назначений — железнодорожной администрацией и утверждается ее руководителем (для России — МПС РФ);

внутридорожных назначений — железной дорогой и утверждается начальником дороги.

На железных дорогах одной из основных информационных систем является автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП). Информационная база АСОУП — телеграмма — натурный лист на отправленный поезд, корешок дорожной ведомости на погруженный вагон, вагонный лист на выгруженный вагон. Система информации для организации и управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте предусматривает кодирование первичных данных: наименований всех станций сети дорог (единая сетевая разметка ЕСП), отправителей и получателей грузов, самих грузов, нумерации подвижного состава и др.

Сеть дорог разделена на 99 районов, которым присвоены номера от 01 до 99. Сетевые районы сгруппированы так, что каждый из них расположен, как правило, в пределах одной дороги. Номера возрастают от западных районов к восточным. В каждый сетевой район входит одна крупная опорная сортировочная станция.

3.1.4. План формирования поездов. Способы организации вагонопотоков

План формирования поездов — это единый технологический процесс работы всех станций сети и одновременно план распределения сортировочной работы между ними.

Этот план устанавливает род и назначение поездов и групп вагонов, формируемых станциями. В нем для каждой станции указаны категории отправляемых поездов, станции их расформирования и назначения вагонов, включаемых в составы, род подвижного состава поездов из порожних вагонов. План формирования грузовых поездов должен быть ориентирован на снижение расходов железных дорог, связанных с подводом вагонов в пункты погрузки, переработкой и простоями вагонов на станциях, выполнением технических и грузовых операций, продвижением поездов по участкам, содержанием технической инфраструктуры и штата, а также на повышение доходов, в том числе за счет снижения штрафных выплат за несвоевременную доставку грузов, неподачу порожних вагонов и несохранные перевозки.

На сети Российских железных дорог из всего множества станций 85 являются важнейшими, т. е. входят в состав сетевых по плану формирования поездов. Станции принимают, грузят и отправляют грузы в самые различные пункты страны и за рубеж. Подготовленные к отправлению вагоны должны быть сформированы в поезда и в срок доставлены в место назначения. Вагоны включают в поезда по определенной системе, которая должна обеспечивать устойчивое положение железных дорог на рынке транспортных услуг и высокие финансовые результаты их деятельности. Все это достигается правильным распределением сортировочной работы между станциями.

План формирования поездов предусматривает включение вагонов в поезда по назначениям следования (до одной и той же станции выгрузки или расформирования) или по роду подвижного состава. Присвоение формируемым составам определенных назначений называется *специализацией поездов*.

По условиям формирования грузовые поезда делят на отправительские маршруты, организованные с мест погрузки, с обязательным освобождением не менее одной станции от переработки вагонов и поезда, формируемые без участия грузоотправителя (технические маршруты).

По назначению вагонов различают отправительские маршруты:

прямые, сформированные из вагонов назначением на одну станцию выгрузки (в порт) в адрес одного получателя на подъездной путь;

на станции одного участка выгрузки с подборкой вагонов по станциям назначения;

назначением на станцию распыления;

назначением на станции распыления, где осуществляют заадресовку вагонов по станциям выгрузки и грузополучателям в пределах зон, обслуживаемых этой станцией;

на входные или распределительные станции железных дорог получающих топливные грузы.

По условиям обращения особо выделяются маршруты:

кольцевые с постоянными составами, которые после выгрузки возвращаются на ту же станцию или отделение дороги под повторную погрузку;

технологические, которые обращаются по установленным ниткам графика между предприятиями — отправителями и получателями с техпроцессами, требующими ритмичной доставки грузов.

Поезда, формируемые без участия грузоотправителя, подразделяют: на сквозные, следующие без переработки через одну или несколько технических станций;

участковые, следующие без переформирования по одному участку; сборные для развоза и сбора вагонов по станциям участка.

Различают *зонные сборные поезда* с работой на нескольких промежуточных станциях одного участка; *удлиненные* (с работой на промежуточных станциях двух смежных участков); *сборно-участковые* (следующие по нескольким участкам, с работой на промежуточных станциях одних участков и проходящие транзитом другие участки); *вывозные* (следующие с сортировочной или участковой до отдельных промежуточных (грузовых) станций примыкающего участка или обратно с отдельных промежуточных (грузовых) станций до ближайшей сортировочной или участковой станции); *передаточные* (следующие между станциями, входящими в один узел, и обслуживаемые парком специальных передаточных локомотивов); *диспетчерские локомотивы* (назначаемые при незначительной погрузке и выгрузке на промежуточных станциях участка, а также в дополнение к сборным поездам).

По числу групп в составе поезда формируются *однотипными* (на одну станцию назначения) или *групповыми* — из двух или более подобранных групп вагонов на разные станции назначения.

В необходимых случаях групповые поезда формируют из вагонов назначением на одну станцию с подборкой по маневровым районам, сортировочным системам, клиентам, по роду и состоянию подвижного состава или другим признакам.

В зависимости от включаемых в состав вагонов поезда могут формироваться из груженых, порожних (отдельно по роду подвижного состава, а цистерн — по виду налива) или из груженых и порожних вагонов (комбинированные).

В зависимости от эксплуатационной работы участков и суточного образования вагонопотока может проводиться оперативная корректировка плана формирования для отдельных станций при условии, что это не замедлит продвижение вагонов. Она оформляется диспетчерским приказом за подписью должностных лиц. Допустимые варианты оперативных корректировок внутри-дорожного плана формирования, устанавливаемых для отдельных назначений поездов, указывают в дорожных книгах плана формирования.

Оперативное изменение межгосударственных пунктов перехода, определенных действующими таблицами привязки и межгосударственным планом формирования поездов, может осуществляться только при явлениях стихийного характера, нарушениях безопасности движения, а также по просьбе грузоотправителей и грузополучателей для отдельных отправок (вагонов, групп вагонов или отправительских маршрутов) Дирекцией Совета по железнодорожному транспорту по согласованию с причастными железнодорожными администрациями.

Поезда из порожних вагонов формируют отдельными маршрутами по роду подвижного состава или комбинированными на станциях, установленных

планом формирования. На станциях, где не предусмотрено формирование отдельных маршрутов из порожних вагонов, эти вагоны включают в грузовые поезда по плану формирования согласно установленному регулировочному заданию.

При возврате порожних вагонов в государство-собственник указанные вагоны направляются в поездах по плану формирования в соответствии с правилами эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами собственности других государств, а также с действующей на полигоне железнодорожной администрации системой технического нормирования и оперативного регулирования порожних вагонов.

По дальности следования и роду перевозок формируются *ускоренные поезда* с повышенной маршрутной скоростью, к которым относятся поезда для перевозки скоропортящихся грузов в рефрижераторных вагонах, живности, овощей и фруктов в крытых вагонах, молока и молочной продукции, контейнеров. Их отправление и пропуск осуществляют по расписаниям, установленным для этих поездов.

Порожние и груженные маршруты в составе 28... 30 изотермических вагонов (семи пятивагонных рефрижераторных секций) на всем пути следования не пополняются другими вагонами и не учитываются в числе неполновесных и неполносоставных.

Отдельные рефрижераторные секции, автономные вагоны, вагоны-термосы, цистерны-термосы, груженные и порожние, крытые вагоны со скоропортящимся грузом должны следовать в технических маршрутах по установленному порядку направления вагонопотоков и плану формирования поездов.

Массовую перевозку живности осуществляют, как правило, в гениальных вагонах маршрутами по установленным графиком расписаниям движения ускоренных поездов, отдельные группы таких вагонов отправляют согласно плану формирования грузовых поездов с учетом расположения пунктов водопоя.

При перевозке негабаритных грузов необходимо учитывать, что маршруты следования грузов нижней и боковой негабаритности 4-й 5-й и 6-й степени (по отдельным участкам и верхней 3-й степени) во многих случаях не совпадают с действующим планом формирования поездов. Поэтому такие вагоны дальних назначений допускается включать в поезда ближних назначений. В этих случаях станция расформирования поезда должна быть заблаговременно извещена о предстоящей работе с поездом, имеющим в составе негабаритный груз.

В случаях когда маршруты следования вагонов с опасными грузами отличаются от установленных действующим планом формирования, порядок их включения в поезда устанавливается соответствующим распоряжением железнодорожной администрации.

3.1.5. Применение средств вычислительной техники для решения задач по организации и управлению вагонопотоками

С развитием вычислительной техники и широким ее применением на

транспорте появилась необходимость создания специализированного учреждения, занимающегося вопросами разработки и внедрения автоматизированных систем. В 1971 г. было создано ПКТЬ АСУЖТ. Им были разработаны и внедрены основные автоматизированные системы, на базе которых шло развитие автоматизированной системы организации вагонопотоков (АСОВ): автоматизированная система управления сортировочной станцией (АСУСС) — 1975 г.; диалоговая информационно-справочная система контроля и управления оперативной работой железных дорог (ДИСКОР) — 1976 г.; система интегрированной обработки дорожных ведомостей (ИОДВ) — 1976 г.; автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП) — 1979 г. и др.

Параллельно усилиями ГВЦ МПС РФ проводилась работа в рамках АСОВ как составной части АСУЖТ. До 1993 г. в ГВЦ осуществлялся расчет сетевого плана формирования одногруппных поездов. В основе лежали алгоритмы, разработанные профессором С. В. Дувалёном. Основным критерий выбора варианта плана формирования при этом оставался неизменным.

Специалистами ВНИИУП МПС России разработана также концепция автоматизированной системы управления перевозками грузов (АСУПГ), структурная схема которой (рис. 19) охватывает всю систему управления перевозками от МПС РФ до линейных объектов. Она включает в себя несколько относительно самостоятельных элементов, работа которых должна быть тесно увязана в единую систему на технологическом, информационном и техническом уровнях.

Стержнем системы в целом являются взаимоувязанные сетевые и дорожные центральные вычислительные комплексы (соответственно ЦВКС и ЦВКД). Они реализуются на основе мощных ЭВМ и предназначены для ведения единых дорожно-сетевых баз данных (серверы баз данных), решения прикладных задач общесетевого и общедорожного характера (серверы приложений), реализации информационного взаимодействия между АСУПГ и внешними системами (серверы взаимодействия), в том числе с другими ведомствами России и железными дорогами других государств, обеспечения требуемого уровня защиты информации от несанкционированного доступа (серверы безопасности) и управления согласованным функционированием всех составляющих АСУПГ, системным таймером, введением и тиражированием общей НСИ, распространением модулей программ и т. п. (серверы-администраторы).

Технический цикл управления перевозками АСУПГ состоит из пяти основных этапов. При этом в первый (рис. 20) входит долгосрочное планирование и нормирование перевозок, включающее базовый план формирования поездов (ПФ).

3.1.6. Процесс накопления вагонов. Экономия от проследования технических станций без переработки

Процесс накопления вагонов. Процесс образования полного состава поезда, подлежащего формированию, называется *накоплением*. Заканчивается он прибытием последней замыкающей группы вагонов. Простой вагонов в ожида-

нии поступления этой группы называется *простоем под накоплением*, а время накопления вагонов на состав — *периодом накопления*. Первая прибывшая группа вагонов простаивает весь период накопления данного состава, последняя (замыкающая) простаивать не имеет, так как с ее поступлением процесс накопления заканчивается. Если известны время прибытия поездов в расформирование и число вагонов в них по назначениям плана формирования, можно рассчитать вагоночасы накопления каждого состава. Но вследствие неравномерности поступления вагонов в переработку и ряда других причин время прибытия поездов, число и назначения вагонов в них заранее не только неизвестны, но и ежедневно меняются. Поэтому потребовалось Установить закономерности процесса накопления. Рассмотрим основные из них для одного назначения плана формирования.

Допустим, что станция *A* ежедневно формирует назначением на станцию *B* три поезда по 56 вагонов в составе. Общий вагонопоток этого назначения $56 \cdot 3 = 168$ ваг. Предположим, что в каждом поезде, прибывающем на станцию *A* в переработку, для станции *B* поступает семь вагонов. Следовательно, для накопления одного состава необходимо расформировать $56:7=8$ поездов. При равномерном прибытии и отправлении составы нужно формировать через $24:3 = 8$ ч. Так как за этот период должны прибыть восемь поездов, интервал между ними равен 1 ч.

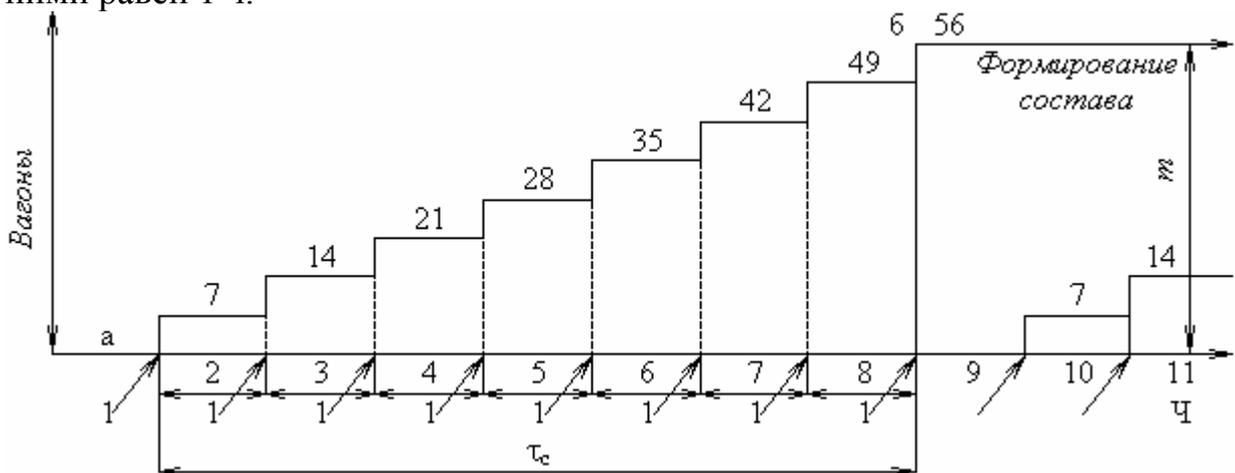


Рис. 21. График накопления состава без переходящего остатка вагонов

В случае накопления вагонов на состав без переходящего остатка вагонов (рис. 21) общий их простой T (под накоплением одного состава $7 \cdot 1 \cdot (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) = 196$ ваг.-ч (или $7 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 21 \cdot 1 + 28 \cdot 1 + 35 \cdot 1 + 42 \cdot 1 + 49 \cdot 1$). Для трех поездов, отправляемых со станции *B*, простой под накоплением за сутки $196 \cdot 3 = 588$ ваг.-ч, а средний простой вагона этого назначения под накоплением $588:168 = 3,5$ ч. Посмотрим, что произойдет, если размер вагонопотока изменится и ежедневно потребуется формировать не три поезда (168 ваг.), а шесть (336 ваг.). Число вагонов в группе в прибывающем поезде остается без изменения. Средний интервал между прибытием групп уменьшится до 0,5 ч. Значит, простой вагонов для накопления одного состава сократится до $7 \cdot 0,5 \cdot (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) = 98$ ваг.-ч. Но затраты вагоночасов на накопление всех составов по-прежнему будут $98 \cdot 6 = 588$ ч, а средний простой

одного вагона под накоплением сократится до $588:336 = 1,75$ ч. Теперь допустим, что при том же общем вагонопотоке (168 вагонов) в каждом поезде для станции *Б* прибывает не семь, а 14 вагонов, но не через 1 ч, а через 2 ч. Простой под накоплением одного состава $14 \cdot 2 \cdot (3 + 2 + 1) = 168$ ваг.-ч, всех поездов $168 \cdot 3 = 504$, а средний простой каждого вагона $504:168 = 3$ ч. Как видим, простой вагонов под накоплением уменьшился. Следовательно, простой вагонов под накоплением уменьшается с увеличением числа вагонов в группах, особенно в замыкающей группе, которая завершает процесс накопления.

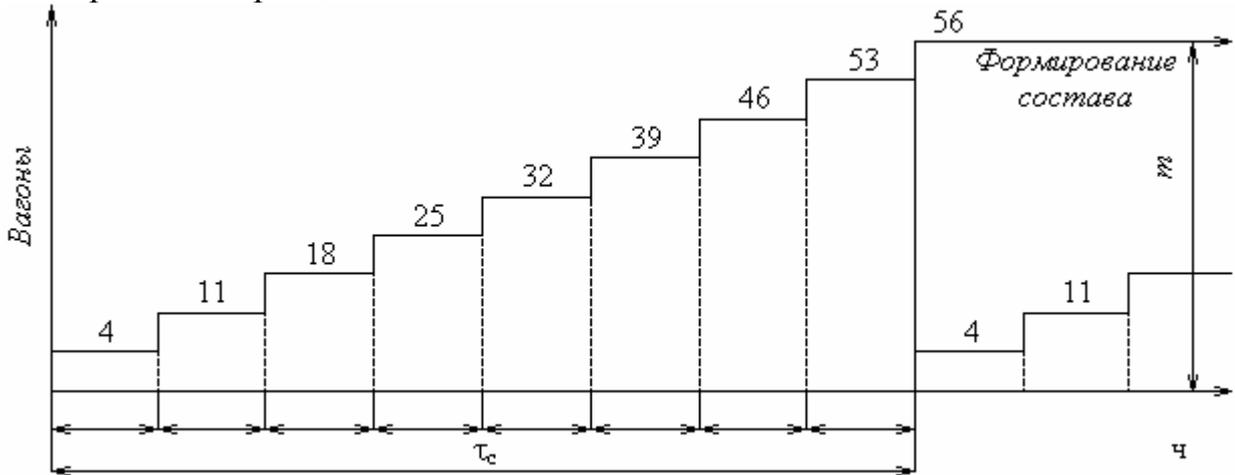


Рис. 22. График накопления состава с переходящим остатком вагонов

Во всех приведенных примерах после накопления каждого состава не оставалось вагонов под накоплением, т. е. процесс накопления был прерывным. Но так организовать процесс накопления невозможно. Рассмотрим, как влияет на простой под накоплением переходящий остаток вагонов. Предположим, что после отправления предыдущего поезда остались четыре вагона (рис. 22). В этом случае простой под накоплением всех составов за сутки $[4 \cdot 1 \cdot 8 + 7 \cdot (7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)] \cdot 3 = 684$ ваг.-ч, а средний простой под накоплением одного вагона $684:168 = 4,07$ ч.

Непрерывность процесса накопления увеличивает простой вагонов.

Рассмотрев процесс накопления вагонов, можно сделать и такой вывод: суммарная затрата вагоночасов на накопление всех вагонов одного назначения не зависит от размеров вагонопотока. Используя график (см. рис. 21), вагоночасы накопления одного состава можно определить не как сумму площадей прямоугольников, а как примерно равную ей площадь треугольника, который получается, если точку *а* (начало накопления) соединить прямой с точкой *б* (окончание накопления). Основание треугольника — период накопления состава τ_c , а высота — число вагонов формируемого состава m . Тогда простой вагонов под накоплением одного состава, всех составов данного назначения $B_n = (\tau'_c + \tau''_c + \tau'''_c)m/2$.

Сумму $\tau'_c + \tau''_c + \tau'''_c = \tau_n$ называют периодом накопления за сутки, подставив в формулу это значение, получим $B_n = \tau_n m/2$.

Поскольку $\tau_n = 24$ ч, то величина $\tau_n/2 = 12$ ч во всех случаях при условии непрерывного накопления составов, т. е. когда накопление следующего состава начинается сразу после завершения накопления предыдущего. Поэтому данную постоянную величину назвали *параметром накопления* $c = \tau_n/2$, который выражает затраты составочасов на накопление вагонов одного назначения. Тогда затраты вагоночасов на накопление всех составов одного назначения будут определяться выражением $B_n = cm$.

В связи с тем что практически процесс накопления составов всегда имеет перерывы (при отправлении с пути накопления всех вагонов до подхода следующей группы), то величина параметра c , как правило, меньше 12.

В зависимости от характера вагонопотока и сложности формирования поездов в расчетах принимают следующие значения параметра накопления c : при числе назначений от 1 до 7 грузеных и порожних поездов 8... 10; при числе назначений от 7 до 26 для грузеных поездов 11... 11,5, а для порожних от 9 до 10,3; для сборных, вывозных и передаточных поездов в приближенных расчетах плана формирования $c = 10$ ч.

Общая затрата вагоночасов на накопление вагонов для составов всех назначений, формируемых станцией, $\Sigma B_n = \Sigma cm$. Если затраты для всех назначений равны, а число последних обозначить через k , то $\Sigma B_n = kcm$.

Средний простой одного вагона под накоплением

$$t_{\text{нак}} = kcm / u_B$$

где u_B — число транзитных с переработкой и местных вагонов, участвующих в процессе накопления за сутки.

Экономия от проследования станции без переработки. Если вагоны проследуют станцию без переработки, простоя под накоплением не будет. Чтобы правильно определить экономию вагоночасов при этом, рассмотрим, из чего складываются затраты на переработку вагонов на станции и какую их долю можно сократить. Время нахождения перерабатываемого вагона на станции состоит из продолжительности технологических операций (по прибытии, на расформирование, по отправлению, включая окончание формирования) $t_{\text{техн}}$ и простоя под накоплением $t_{\text{нак}}$:

$$t_{\text{пер}} = t_{\text{техн}} + t_{\text{нак}}$$

Если вагон следует без переработки, он находится на станции столько времени, сколько необходимо для обработки транзитного поезда. Обозначим это время $t_{\text{тр}}$. Для определения экономии времени от проследования вагоном станции без переработки рассмотрим два варианта плана формирования (рис. 23). Вариант *а* — все вагоны u_B перерабатываются на станции *Б*. Вариант *б* — маршрутизируемый вагонопоток u_M проходит ее в транзитных поездах без переработки.

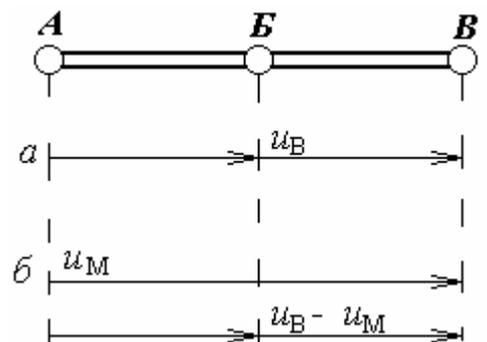


Рис. 23. Варианты плана формирования

Оказывается, что на станции *Б* экономии вагоночасов, затрачиваемых на

накопление составов, нет. Нам уже известно, что затраты на накопление не зависят от изменения вагонопотока, а определяются числом назначений. Во втором варианте перерабатываемый вагонопоток на станции B уменьшился до значения $u_B - u_M$, но число назначений не изменилось. Следовательно, затраты вагоночасов на накопление остались прежними, а то их количество, которое фактически сэкономлено маршрутизируемым потоком u_M , израсходовано на оставшиеся под переработкой вагоны $u_B - u_M$, каждый из которых стал простаивать под накоплением дольше, чем прежде. Из этого следует, что действительная экономия вагоночасов от проследования вагона в транзитном поезде зависит только от ускорения операций без учета накопления:

$$t_{\text{эк}} = t_{\text{техн}} - t_{\text{тр}} \text{ или } t_{\text{эк}} = t_{\text{пер}} - t_{\text{нак}} - t_{\text{тр}}.$$

Чтобы при расчете плана формирования правильно определить экономию вагоночасов, необходимо учесть также следующее. Операции с перерабатываемыми вагонами в парках станции и при маневрах очень трудоемки и стоимость их больше, чем при обработке транзитных поездов, поэтому только по времени нахождения вагонов на станции оценить выгоду маршрутизации нельзя. Чтобы учесть разницу в стоимости операций, при расчете экономии используют так называемый *эквивалент переработки вагонов*

$$r_B = \frac{e_{\text{пер}} - e_{\text{тр}}}{e_B},$$

где $e_{\text{пер}}$ — стоимость переработки одного вагона; $e_{\text{тр}}$ — стоимость обработки вагона в транзитном поезде; e_B — стоимость 1 ваг.-ч простоя.

В этом выражении числитель представляет собой экономию от проследования в транзитном поезде ранее перерабатываемого вагона. Если отнести ее к стоимости 1 ваг.-ч, получим экономию, выраженную в приведенных вагоночасах.

Тогда приведенная экономия от проследования сортировочной или участковой станции без переработки, приходящаяся на один вагон, составит $T_3 = t_{\text{эк}} + r_B$.

3.1.7. Методы расчета плана формирования поездов

Теория расчета плана формирования поездов до внедрения информационных технологий основывалась на определении выгоды специализации поездов по назначениям в соответствии с грузовыми потоками. Она предусматривала сопоставление затрат вагоночасов на станциях формирования с экономией вагоночасов, получаемой при проследовании вагонов без переработки через попутные технические станции. Заложенный И. И. Васильевым принцип сопоставления экономии и затрат вагоночасов при составлении плана формирования поездов и его расчетная формула применялись до недавнего времени. Для расчета плана формирования поездов были разработаны следующие методы: абсолютного расчета, непосредственного расчета аналитических сопоставлений и совмещенных аналитических сопоставлений.

Метод абсолютного расчета, предложенный в 1944 г. А. И. Пет-

ровым, позволяет выбрать нужное число вариантов плана формирования для небольших направлений. От исходного варианта, не содержащего ни одного назначения сквозных поездов, к оптимальному переходят путем последовательного увеличения числа сквозных назначений.

Метод непосредственного расчета является одним из вариантов аналитического метода расчета плана формирования. Нахождение оптимального плана формирования одnogруппных технических маршрутов основано на предварительном определении конкурентоспособных струй вагонопотоков, различные сочетания которых образуют назначения оптимального и других вариантов плана формирования. Классификация вагонных струй определенным способом позволила значительно сократить число рассчитываемых вариантов благодаря дифференциации расчетов для струй различной мощности.

Метод совмещенных аналитических сопоставлений был разработан К. А. Бернгардом, все расчеты в нем выполняются при помощи специализированного графика возможных назначений. Данный метод расчета обеспечивает максимальную экономию вагоночасов и для данного направления является наиболее оптимальным. Недостатком его является большая затрата времени для пересоставления графика после каждого вы- | деления назначений.

В 1959 г. С. В. Дувалином был разработан алгоритм для последовательных расчетов плана формирования. Появилась возможность! существенно влиять на развитие теории плана формирования, а | также на все последующие способы его расчета при помощи теорий множеств и графов, развивавших и уточнявших основные положения этого метода.

Покажем на примере ступенчатого графика вагонопотоков между тремя техническими станциями (рис. 24) порядок нахождения оптимального плана формирования поездов двумя основными методами: абсолютного расчета и аналитических сопоставлений.

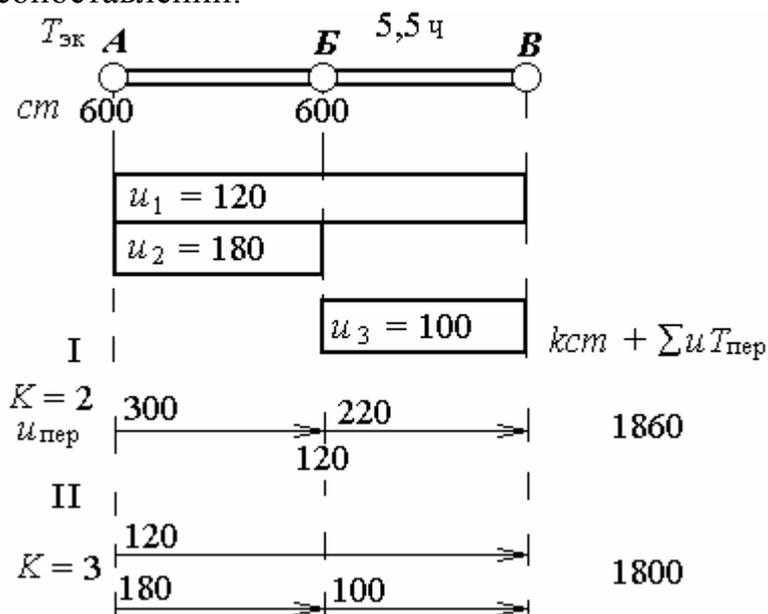


Рис. 24. Ступенчатый график вагонопотоков и варианты плана формирования с тремя станциями на направлении

Метод абсолютного расчета заключается в расчете с помощью специальных таблиц суммы затрат вагоночасов на накопление составов ($кст$) и на переработку в пути следования на попутных технических станциях по всем возможным вариантам и выборе лучшего из них. Достоинства этого метода — достоверность, наглядность и простота расчета. Если принять $u_1 = 120$, $u_2 = 180$, $u_3 = 100$ ваг.; $ст = 600$ ваг.-ч по станциям; приведенная экономия по станции $T_{эк}^B = 5,5$ ч (см. рис. 24), то затраты вагоночасов составят по варианту I (участковая система)

$$\sum u T_1 = 2ст + u_1 T_{эк}^B = 2 \cdot 600 + 120 \cdot 5,5 = 18600 \text{ ваг.-ч};$$

по варианту II (маршрутизация всех струй)

$$\sum u T_2 = 3ст = 3 \cdot 600 = 18\,000 \text{ ваг.-ч}.$$

Второй вариант выгоднее.

Метод абсолютного расчета из-за большого числа возможных вариантов для направления с шестью и более станциями практически непригоден не только для ручного, но и для машинного расчета. Поэтому потребовалось разработать специальную методику с большим числом модификаций, которая позволяет, используя аналитические зависимости, отыскать наиболее рациональные варианты плана с достаточной для практических целей точностью. Основные положения всех модификаций аналитического метода следующие.

Струи вагонопотока в отдельное назначение одногруппных сквозных поездов выделяют только в том случае, если удовлетворяется *необходимое условие*:

$$u_B \sum T_{эк} \geq ст,$$

где u_B — размер струи вагонопотока; $\sum T_{эк}$ — сумма приведенной экономии от проследования вагона без переработки через все попутные технические станции.

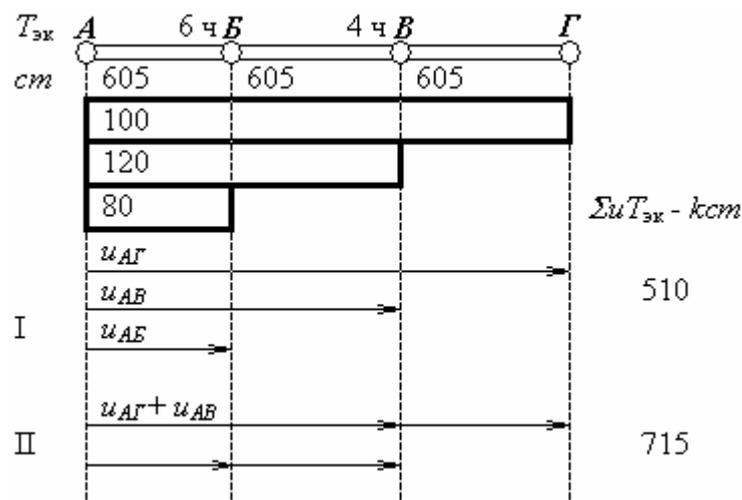


Рис. 25. Схема объединения струй вагонопотоков на направлении А – Г

Это условие заключается в том, что экономия приведенных вагоночасов, получаемая от проследования вагонопотоком попутных технических станций в поездах без переработки, должна быть не меньше затраты вагоночасов на начальной станции для накопления составов этого назначения. Предположим, что на направлении А–Г с четырьмя техническими станциями А, Б, В, Г следуют

три струи вагонопотоков: $u_{AG} = 100$; $u_{AB} = 120$; $u_{AB} = 80$ ваг. (рис. 25). Если принять $c = 11$ ч, $m = 55$ ваг., $T_{\text{эк}}^B = 6$ ч, $T_{\text{эк}}^B = 4$ ч, то необходимому условию отвечают две струи u_{AG} и u_{AB} . Для струи u_{AG} сбережения составят $u_{AG}\Sigma T_{\text{эк}} = 100(6 + 4) = 1000$ ваг.-ч, а затраты на накопление $cm = 11 \cdot 55 = 605$ ваг.-ч. Экономия определится как разность $1000 - 605 = 395$ ваг.-ч. Для струи u_{AB} сбережения $u_{AB}\Sigma T_{\text{эк}} = 120 \cdot 6 = 720$ ваг.-ч, экономия $720 - 605 = 115$ ваг.-ч. Общая экономия от выделения двух струй $395 + 115 = 510$ ваг.-ч (вариант I).

Однако выполнения только необходимого условия для нахождения оптимального варианта выделения струй в назначения плана формирования еще недостаточно. Если в нашем примере объединить обе струи в одно назначение (вариант II), можно получить большую экономию. Сбережения от проследования станции B объединенным назначением $u_{AG} + u_{AB}$ равны $(100 + 120) \cdot 6 = 1320$ ваг.-ч, а экономия, учитывая, что при объединении струй затраты на накопление $cm = 605$ ваг.-ч составят $1320 - 605 = 715$ ваг.-ч, будет значительно больше, чем в первом случае.

Выделение струи u_{AG} в самостоятельное назначение целесообразно, если удовлетворяется условие $u_{AG}T_{\text{эк}} \geq cm$, т.е. если размер струи u_{AG} не меньше чем 152 вагона. Таким образом, выделение дальней струи в самостоятельное назначение плана формирования (вместо объединения с ближней струей) выгодно тогда, когда экономия от проследования ею без переработки станции, где заканчивается следование смежная, более короткая струя, превысит затраты на накопление:

$$u_B T_{\text{эк}}^{\text{дал}} \geq cm,$$

где $T_{\text{эк}}^{\text{дал}}$ — норма экономии на станции назначения более короткой струи, ч.

Это условие называется *достаточным*. Если экономия от проследования данной струи без переработки превышает затраты на накопление на каждой технической станции, в том числе с наименьшим значением $T_{\text{эк}}^{\text{мин}}$, считается, что струя удовлетворяет *общему достаточному условию* $u_B T_{\text{эк}}^{\text{мин}} \geq cm$.

Струи, удовлетворяющие общему достаточному условию, всегда выделяются в отдельное назначение. На использовании этих трех условий основан *метод аналитических сопоставлений* по определению оптимального плана формирования, обеспечивающего наибольшую экономию от выделения сквозных струй в самостоятельные назначения $\Sigma u T_{\text{эк}} - \Sigma cm = \max$. В примере струя $u_1 = 120$ ваг. отвечает общему достаточному условию $120 \cdot 5,5 > 600$.

Наивыгоднейшие назначения в нем последовательно отбираются после построения графика назначений (рис. 26), который представляет собой схему всех возможных назначений, проходящих без переработки не менее одной попутной технической станции. В каждое из назначений включают максимально возможное число струй вагонопотоков.

Рассматривая в определенном порядке струи вагонопотоков и их объединение и сопоставляя затраты на накопления и сбережения от проследования станции без переработки, отбирают наивыгоднейшее назначение сквозных поездов, включаемое в оптимальный план формирования, а вагонопотоки этого

назначения исключают из дальнейших расчетов. Для оставшихся струй аналогично сопоставляют затраты и сбережения и вновь выделяют оптимальное назначение, а вагонопотоки исключают из расчета, и так до тех пор, пока не останутся струи, не удовлетворяющие необходимому условию. Вагоны этих струй включают в участковые назначения.

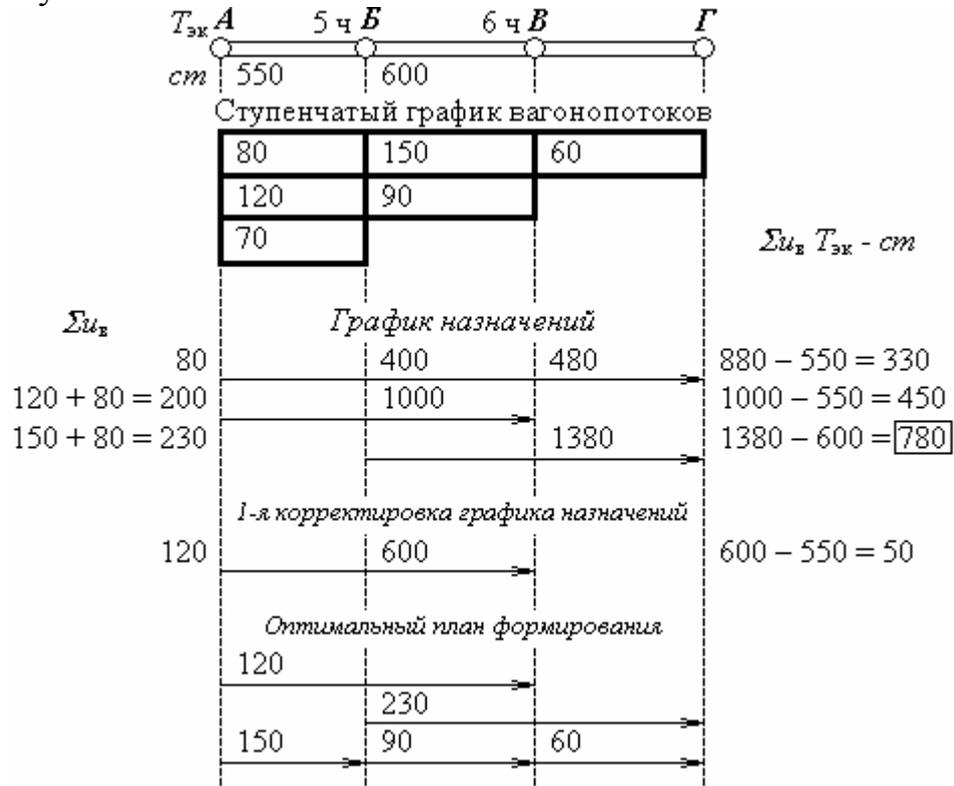


Рис. 26. К расчету плана формирования методом совмещенных аналитических сопоставлений

Размеры струй показаны на совмещенном ступенчатом графике вагонопотоков. Для технических станций A, B, V показаны нормативы плана формирования: $ст$ и $T_{эк}$. В назначение $A—Г$ с двумя попутными техническими станциями B и V можно включить лишь струю $u_{AG} = 80$ ваг. Назначение $A—B$ объединяет две струи: $u_{AB} = 120$ ваг. Третье сквозное назначение $B—Г$ также объединяет две струи $u_{AG} = 80$ и $u_{BG} = 150$ ваг.

Суммарные значения объединяемых каждым назначением струй вагонопотоков Σu_B , показывают на графике со стороны станций зарождения. На графике назначений указаны сбережения приведенных вагоночасов от проследования их вагонопотоками без переработки $\Sigma u_B T_{эк}$. Со стороны станций назначения вагонопотоков показывают экономию приведенных вагоночасов $\Sigma u_B T_{эк} - ст$ (суммарные сбережения на всех попутных станциях за вычетом затрат на накопление).

Назначение с наибольшей экономией вагоночасов, которую намечают для включения в план формирования, называют *исходным*. В примере (см. рис. 26) это назначение $B—Г$ с экономией 780 ваг.-ч, которое объединяет две струи вагонопотоков u_{AG} и u_{BG} , составляющие в сумме 230 ваг. Разукрупнение исходного назначения $B—Г$, выделением дальней струи вагонопотока u_{AG} самостоя-

тельное назначение нецелесообразно, так как она не отвечает достаточному условию $80 \cdot 5 < 550$. Поэтому обе струи u_{AG} и u_{BG} включают в назначение $B—Г$ и исключают из дальнейших расчетов. При первой корректировке графика назначений рассматривают лишь одну оставшуюся струю $u_{AB} = 120$ ваг., которая является единственной с положительной экономией вагоночасов и поэтому включается в оптимальный план как самостоятельное назначение. В полученном оптимальном плане формирования указаны вагонопотоки каждого назначения.

Метод аналитических сопоставлений пригоден для разветвленных направлений с любым числом станций, но более сложен, чем метод абсолютного расчета

Однако при устоявшейся теории организации вагонопотоков в условиях плановой экономики, когда через приведенный вагоночас оценивались народно-хозяйственные затраты, ведущие ученые отмечали, что вагоночас отражает лишь небольшую часть физических издержек, связанных с перевозочным процессом.

Различные модификации способов расчета плана формирования не меняли сути, а лишь совершенствовали подходы. Сегодня возникла потребность в решении задачи по оптимизации вагонопотоков лишь на основе использования современных информационных систем и технологий.

3.1.8. Автоматизированная система расчета плана формирования поездов

Автоматизированная система расчета плана формирования поездов (АС РПФП) — это многофункциональная автоматизированная система, ориентированная на действующие на железнодорожном транспорте программные комплексы (АСОУП, ЕК ИОДВ и др.). Она обеспечивает:

- сбор данных о вагонопотоках на сети дорог или отдельных полигонах и их графическое отображение по маршрутам следования на электронной схеме;
- анализ выполнения действующего плана формирования поездов;
- отображение справок об объектах железнодорожной сети (станции, участки), о погрузке и выгрузке, размерах проходимых по участку вагонопотоков;
- построение маршрутов следования вагонопотоков по кратчайшему расстоянию и по действующему плану формирования поездов;
- определение экономически целесообразных маршрутов следования вагонопотоков на основе натуральных показателей;
- расчет плана формирования поездов как отдельно взятой дороги, так и сети в целом на основе многокритериальной оптимизации.

В основе функционирования АС РПФП лежат новые теоретические принципы разработки плана формирования поездов и комплексный подход к задаче выбора оптимальной организации вагонопотоков. Этот подход заключается в следующем:

- 1) определяют вагонопоток, подлежащий маршрутизации, решают задачу по поиску экономически эффективных направлений его передвижения, устанавливают станции и пункты перехода в межгосударственном и междорожном

сообщениях;

2) составляют шахматку грузеных и порожних вагонопотоков (за исключением охваченных маршрутизацией) на основе данных архивов ЕК ИОДВ и динамической вагонной модели АСОУП;

3) разрабатывают с использованием теории графов модель, позволяющую сконструировать различные варианты организации вагонопотоков;

4) определяют критерии, всесторонне характеризующие различные варианты организации вагонопотоков. При этом они взаимно противоречивы и однозначно не могут быть приведены к стоимостному показателю;

5) разрабатывают аналитическую модель, адекватно оценивающую все назначенные критерии на множестве вариантов организации вагонопотоков. При этом различные варианты организации вагонопотоков выступают как функция, определяющая зависимость принятых критериев от входящих в систему исходных данных (объемов вагонокорреспонденций, их структуры);

6) на основе разработанной модели выполняют расчет значений всех принятых критериев для каждого из вариантов организации вагонопотоков и формируют так называемую оптимизационную матрицу;

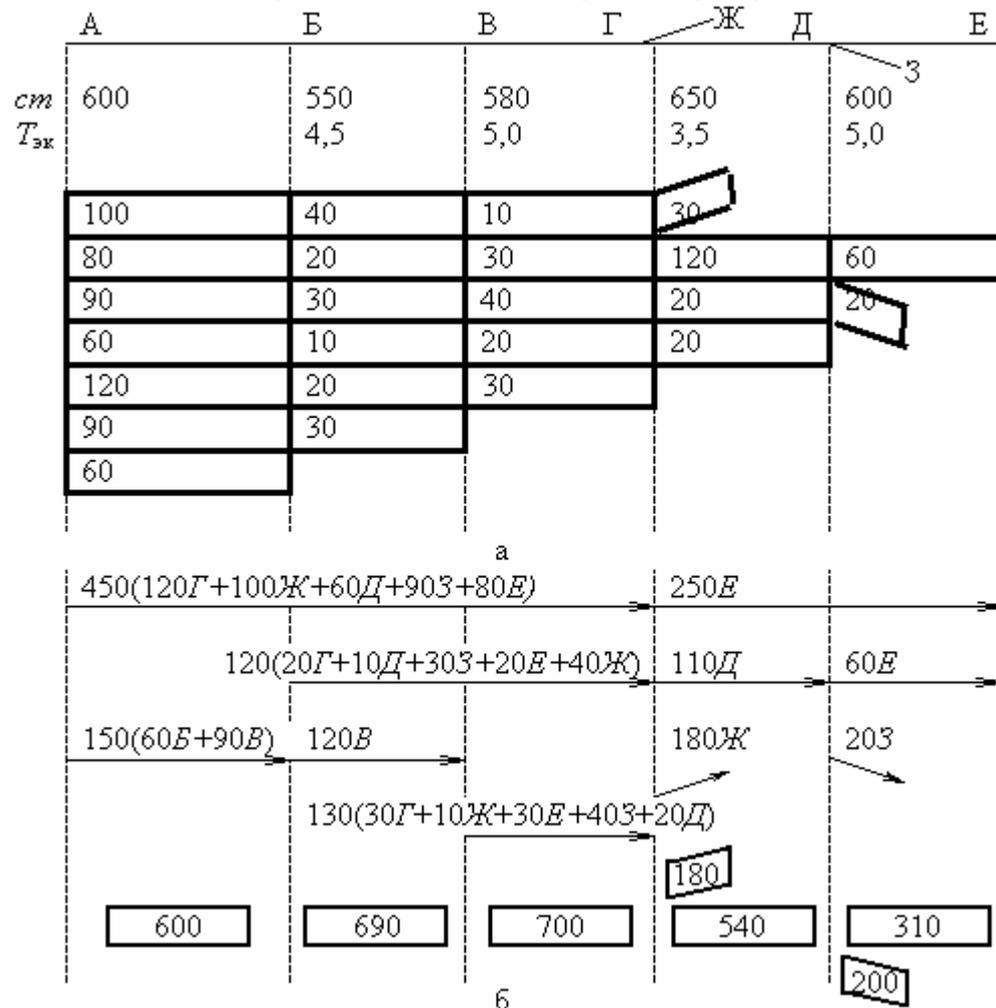


Рис. 28. Схема направления и ступенчатый график вагонопотоков (а) и оптимальный вариант плана формирования, найденный методом совмещенных аналитических сопоставлений

7) осуществляют расчет плана формирования поездов с использованием автоматизированной системы. При этом предпочтение тем или иным критериям оценки плана задает инженер, выполняющий расчет с применением специальных процедур при взаимодействии с ЭВМ (интерактивный режим).

К критериям оценки вариантов организации вагонопотоков предъявляются следующие требования: чувствительность к изменениям в организации вагонопотоков; независимость друг от друга; максимально возможная простота; возможность объединения мелких критериев в более крупные; учет натуральных, стоимостных и качественных параметров.

К критериям, удовлетворяющим названным условиям и достаточно полно характеризующим варианты организации вагонопотоков, можно отнести:

вагоноклометры — суммарный пробег вагонов. Этот критерий важен для полигона с разными направлениями движения. Альтернативой, равноценной данному критерию, может быть средняя длина пробега вагонов;

эффективность доставки по времени — это агрегированный критерий, получаемый путем определенного математического преобразования из матричного критерия — времени доставки;

затраты вагоночасов на накопление, переработку и продвижение вагонов;

потребное число локомотивов — векторный критерий, состоящий из пары чисел, т. е. учитывающий потребное число электровозов и тепловозов по отдельности;

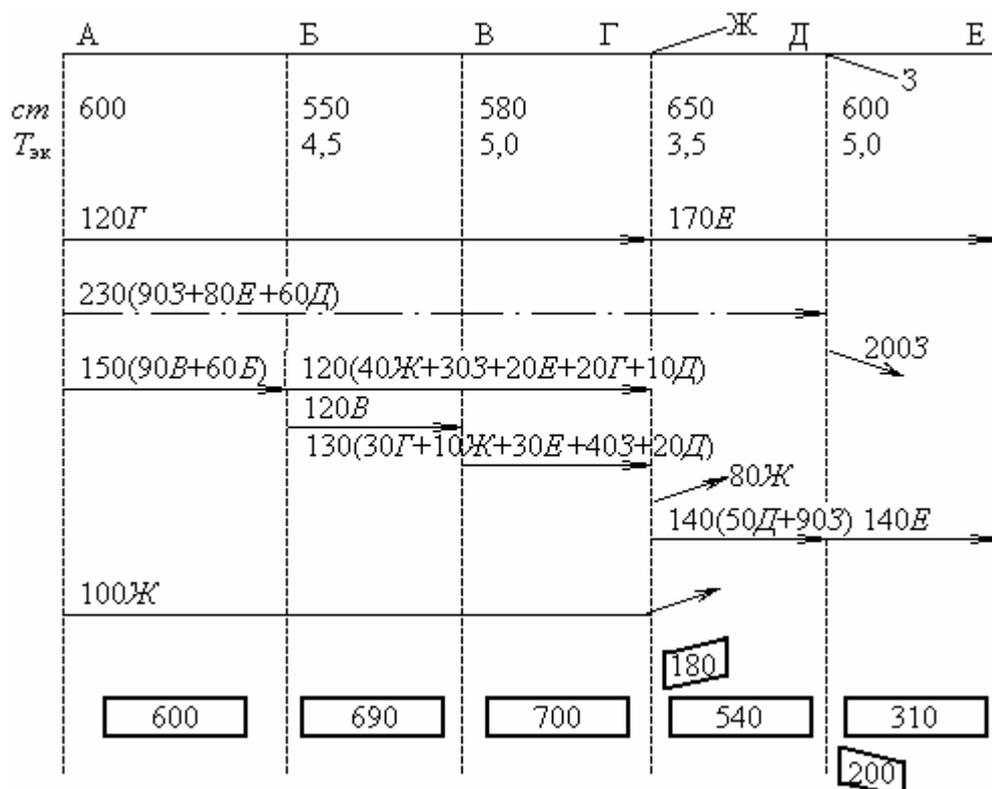


Рис. 29. Рациональный по Парето вариант плана формирования поездов, найденный методом повышения размерности (выделения сквозного назначения при $N_{сут} \geq 90$ и $N_{сп} \geq 120$)

энергозатраты — критерий, включающий в себя потребность в топливно-энергетических ресурсах на передвижение и переработку вагонов поездов, в условных киловатт-часах.

Полученное множество условно-оптимальных вариантов может быть оценено далее с помощью других критериев либо с помощью свертки критериев путем приведения всех критериев к приведенным единицам. При этом решение может приниматься в меняющейся экономической ситуации путем выбора из данного рационального множества варианта плана формирования, наиболее приемлемого в данный момент.

Варианты организации вагонопотоков оцениваются общим показателем прибыли, получаемой от перевозок грузов, на основе принципов анализа финансовой безубыточности.

Найденный оптимальный вариант предполагает разумное сочетание сквозных одnogруппных поездов при наличии устойчивых вагонокорреспонденций в одно назначение с формированием групповых поездов из вагонопотоков, не охваченных отправительской и технической маршрутизацией (рис. 27).

Т а б л и ц а 12

Показатели плана формиро- вания поездов	Станции $\left(\frac{\text{ваг.} - \text{ч накопления}}{T_{\text{эк}}} \right)$					Всего
	$A \left(\frac{600}{-} \right)$	$B \left(\frac{550}{4,5} \right)$	$B \left(\frac{580}{5,0} \right)$	$\Gamma \left(\frac{650}{3,5} \right)$	$D \left(\frac{600}{5,0} \right)$	
Число формируемых назначений	$\frac{2}{4}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{11}{12}$
Число перерабатываемых вагонов	–	$\frac{90}{90}$	–	$\frac{530}{200}$	$\frac{=}{260}$	$\frac{620}{380}$
Вагоночасы накопления	$\frac{1200}{2400}$	$\frac{1100}{1100}$	$\frac{580}{580}$	$\frac{2600}{1950}$	$\frac{1200}{1200}$	$\frac{6680}{7230}$
Вагоночасы переработки	–	$\frac{405}{405}$	–	$\frac{1855}{700}$	$\frac{=}{1300}$	$\frac{2260}{2405}$
Общие затраты вагоночасов	$\frac{1200}{2400}$	$\frac{1505}{1505}$	$\frac{580}{580}$	$\frac{4455}{2650}$	$\frac{1200}{2500}$	$\frac{8940}{9635}$

П р и м е ч а н и е. В числителе – для оптимального варианта, найденного методом совмещённых аналитических сопоставлений (см. рис. 28), в знаменателе – для оптимального варианта, найденного с помощью АС РПФП (см. рис. 29).

Для сравнения данного метода с методом совмещённых аналитических сопоставлений были проведены расчеты применительно к условиям, приведенным на рис. 28. Как видно из сравнительной характеристики вариантов плана формирования поездов (табл. 12), полученный вариант (рис. 29) по критерию «вагоночасы» улучшает оптимальный вариант, найденный методом совмещённых аналитических сопоставлений. Это говорит о том, что новые подходы к расчету плана формирования поездов, предполагающие использование

современных ЭВМ и базирующиеся на новых принципах, приводят к улучшению эксплуатационных показателей работы дот рог и сети в целом.

3.1.9. Групповые поезда

Выделение сравнительно небольших групп вагонопотоков в самостоятельные назначения вызывает неоправданные затраты на накопление. Объединение же их с другими струями может чрезвычайно загрузить не приспособленные для большого объема переработки вагонов участковые станции. В таких случаях целесообразно формировать групповые поезда (см. п. 2.2.2). При этом простой вагонов под накоплением при этом по сравнению с выделением каждой струи в самостоятельное назначение снижается, а подборка вагонов каждой струи в отдельную группу, увеличивая продолжительность формирования поезда на станции отправления, значительно облегчает работу попутных станций, где полная переработка состава заменяется более простыми операциями — отцепкой и прицепкой' групп. Таким образом, групповые поезда позволяют экономить затраты на накопление вагонов и рационально! распределить сортировочную работу между станциями.

Групповые поезда, как правило, целесообразно формировать:! на станциях с развитыми сортировочными устройствами. Это экономически выгодно, если дополнительные затраты на формирование по сравнению с одnogруппными поездами меньше, чем экономия, получаемая на станции переработки.

На дорогах сети формируют групповые поезда следующих видов:

двух- и трехгруппные без постоянной массы групп и прикрепления к определенному расписанию. Это простейший вид. Назначают такие поезда при равенстве или увеличении вагонопотоков в пути следования. Такой групповой поезд формируют на начальной станции после накопления вагонов на полный состав независимо от назначения и массы каждой группы;

двухгруппные с постоянной массой групп, не прикрепленные к определенному расписанию. Эти поезда назначают на направлениях, где нормы массы изменяются (осуществляется перелом) в сторону уменьшения;

двухгруппные с постоянной массой групп, прикрепленные к определенному расписанию. Назначают их на пересекающихся (или: сходящихся) направлениях при устойчивых вагонопотоках, недостаточных для формирования одnogруппных поездов;

участково-групповые поезда, обращающиеся по определенному расписанию (могут быть многогруппными — до четырех-пяти групп). Служат они для ускоренного развоза местного груза между смежными сортировочными (техническими) станциями.

3.1.10. Контроль выполнения плана формирования

Система организации вагонопотоков должна обеспечивать соответствие намеченной планом формирования загрузки станций их техническому оснащению. В определенной мере техническую вооруженность станций принимают во внимание при расчетах: на станции с хорошо развитыми сортировочными уст-

ройствами возлагают большой объем переработки; число сортировочных путей учитывают при разработке сетевого плана. Однако полную загрузку станции можно точно установить лишь после выполнения всех расчетов и определения оптимального варианта плана формирования не только общесетевых, но и местных назначений. Поэтому на заключительном этапе разработки плана формирования по каждой станции проверяют, обеспечивают ли ее сортировочные устройства (горки и вытяжные пути) формирование поездов и достаточно ли число путей в сортировочных парках для накопления составов поездов.

Если план формирования не соответствует реальным возможностям станции и его нельзя выполнить с помощью организационно-технических мер, требуется скорректировать план и перенести часть работы на другие станции.

Как бы ни был хорошо составлен план формирования поездов, он не даст положительного эффекта без повседневного контроля за его выполнением.

К нарушениям плана формирования относятся:

включение в поезд одного или нескольких вагонов, для которых путь его следования является кружным для сквозных поездов;

для поездов, поступающих в расформирование, — постановка вагонов обратного назначения, если это не предусмотрено планом формирования; включение трех и более вагонов дальнего назначения, которые по действующему плану формирования должны следовать через данную станцию в прямых поездах;

несоответствие подбора групп вагонов, следующих в групповых поездах, установленному порядку их формирования и расположения в составе; включение в отправительский маршрут вагонов, не соответствующих назначению маршрута;

несоблюдение порядка пополнения в пути следования отправительских маршрутов и поездов, организуемых на технических станциях, а также порядка формирования маршрутов из порожних вагонов;

преждевременное расформирование поездов и отправительских Маршрутов;

пропуск станцией поездов, подлежащих расформированию;

постановка в поезда груженых вагонов без перевозочных документов.

В книге плана формирования указывают все поезда, формируемые на станциях без участия грузоотправителей, а также отправительские маршруты и ускоренные поезда, следующие кружностью Отправительские маршруты, поезда для перевозки живности, молока, контейнеров и скоропортящихся грузов из рефрижераторных и крытых вагонов, не указанные в книге плана формирования в сдаче по стыковым пунктам, направляются только кратчайшим путем следования.

В случае поступления транзитного поезда на дорогу неразрешенной кружностью он должен быть направлен в соответствии с установленным порядком следования вагонопотоков для данной дороги.

Маневровый диспетчер обязан следить за соблюдением специализации путей и формировать поезда только из вагонов соответствующих назначений плана формирования, требуя от подчиненных работников точного выполнения

своих указаний. Дежурный по горке, горочные операторы и составители не должны направлять вагоны с горки на несоответствующие пути. Случайные «запуски» вагонов следует устранять и сообщать о всех нарушениях, допущенных при роспуске, маневровому диспетчеру и в технологический центр. При формировании поездов с горки необходимо сверять с данными технологического центра номера вагонов, включаемых в состав. Дежурные по парку формирования и составители поездов, работающие на вытяжных путях, обязаны информировать маневрового диспетчера и технологический центр обо всех изменениях состава при формировании, как по числу, так и по расположению вагонов.

Особая роль в отправлении со станций поездов в строгом соответствии с планом формирования отводится работникам СТЦ. От их добросовестности зависит обнаружение всех отступлений от установленного порядка, а от дисциплинированности маневровых диспетчеров и дежурных по парку — своевременное устранение брака при формировании поездов.

3.1.11. Перспективы развития системы организации вагонопотоков

Железные дороги России сегодня работают в условиях дефицита подвижного состава. Вот почему МПС России совместно с учеными активно разрабатывает на перспективу концепцию построения эксплуатационной модели работы сети железных дорог.

Целью создания эксплуатационной модели является разработка системы организации и управления перевозочным процессом, обеспечивающей полное удовлетворение заявок на перевозки с получением максимальных доходов, минимизацией эксплуатационных расходов и созданием нормативной базы по оптимизации использования подвижного состава. Концепцию разрабатывают по следующим основным направлениям:

- совершенствование управления перевозочным процессом на основе внедрения информационных технологий, повышения качества планирования и оперативного регулирования эксплуатационной работы;

- переход на новую систему управления эксплуатационной работой за счет автоматизации и концентрации диспетчерского управления в региональных центрах (ЦУПР);

- внедрение технологии формирования и пропуска длинносоставных поездов, увеличения гарантийных плеч безотказной работы грузовых вагонов и плеч работы локомотивов и локомотивных бригад;

- использование грузовых вагонов в замкнутых транспортно-технологических системах;

- оптимизация технологии работы грузовых станций с сокращением на них простоев грузовых вагонов;

- создание экономических, технологических и организационных условий для компаний-операторов в целях привлечения «приватных» вагонов к перевозкам;

- рациональное использование грузовых вагонов по каждому типу под определенный род груза с высвобождением дефицитного подвижного состава;

- совершенствование плана формирования грузовых поездов с перераспре-

делением сортировочной работы и сокращением числа станций, участвующих в сетевом плане формирования.

Проведенный анализ работы станций, включенных в сетевой план формирования, показал, что использование мощностей в настоящее время составляет: менее 40% — на 16 станциях, от 40 до 60 % — на 29, до 80 % — на 17 и более 80 % — на 12 станциях.

Практически не имеют резервов мощности по переработке вагонопотока следующие станции: Бекасово-Сорт., Орехово-Зуево, Плеханове, Пермь-Сорт., Четный парк, Карталы, Тында.

Отсутствуют возможности для увеличения числа назначений формируемых поездов на станциях Санкт-Петербург-Сорт.-Московский, Махачкала, Анисовка, Карталы, Тайшет, Тында.

На конец 2000 г. 34 станции перерабатывали ежесуточно более 87 тыс. вагонов, или около 42 % общесетевого объема. В дальнейшем концентрация сортировочной работы на важнейших станциях Должна составлять 65... 70 % перерабатываемого транзитного вагонопотока. Процесс концентрации должен проходить с учетом удлинения участков обращения локомотивов, работы локомотивных бригад, а также гарантийных участков безостановочного проследования поездов.

Основной задачей разработки концепции построения эксплуатационной модели работы сети железных дорог на первом этапе является безусловное обеспечение выполнения прогнозируемых размеров перевозок. Скорость пропуска порожних полувагонов в маршрутах на основных направлениях должна обеспечиваться на уровне 90 км/ч, груженых — 80 км/ч. Уровень погрузки грузов отправительскими маршрутами должен составлять 70 %.

Железнодорожный транспорт России вступает в этап углубления структурной реформы, без которой невозможно дальнейшее освоение возрастающих объемов перевозок, его техническое перевооружение и развитие, повышение производительности труда усиление социальной защищенности работников.